



Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Bahan Bakar Minyak di Atas Kapal Berbasis ESP32

Muhammad Bima Saktia Kharissena^{1*}, Agus Dwi Santoso², Dyah Ratnaningsih³
^{1,2,3} Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Korespondensi penulis: bimasaktia00@gmail.com *

Abstract. From this research, monitoring can be done using an ESP32 microcontroller that can run the HY-SRF05 ultrasonic sensor to take measurements of fuel in the tank and then the measurement results can be seen on the connected android. This tool is made to monitor the volume of fuel oil on board via android without having to check to the field. From the results of this study, it is obtained that the HY-SRF05 ultrasonic sensor can measure the fuel level (cm) with a distance of 30 cm from the bottom depth of the tank and then the fuel level data (cm) is processed by ESP32 and then the height data from the sensor reading is displayed via android which has been connected online via an internet connection in the form of fuel volume (L). Tests were carried out 10 (ten) times with 3 (three) different capacities, namely with a capacity of 25%, 50%, and 75% of the maximum capacity of the fuel and with 2 (two) test methods, namely testing in stationary tank conditions (A) and testing in tank conditions getting shocks (B). So that from this test, the total value of the tool error (error) in the stationary tank condition (A) is 0.426% and in the condition of the tank getting a shock (B) of 0.420%. Based on the test results, the tool is said to be able to work well between measurements using the HY-SRF05 ultrasonic sensor and the actual depth with a system accuracy level of 99.57%.

Keywords: Monitoring, Accuracy, ESP32g

Abstrak. Dari penelitian ini dapat dilakukan pemantauan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dapat menjalankan sensor ultrasonik HY-SRF05 untuk melakukan pengukuran bahan bakar di dalam tangki dan kemudian hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada android yang telah terhubung. Alat ini dibuat untuk memantau volume bahan bakar minyak di atas kapal melalui android tanpa harus mengecek ke lapangan. Dari hasil penelitian ini didapatkan sensor ultrasonik HY-SRF05 dapat mengukur ketinggian bahan bakar (cm) dengan jarak 30 cm dari kedalaman dasar tangki dan kemudian data ketinggian bahan bakar (cm) diolah oleh ESP32 dan selanjutnya data ketinggian hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui android yang telah terhubung secara online melalui koneksi internet dalam bentuk volume bahan bakar (L). Pengujian dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali dengan 3 (tiga) kapasitas yang berbeda yaitu dengan kapasitas 25%, 50%, dan 75% dari kapasitas maksimum bahan bakar dan dengan 2 (dua) metode pengujian yaitu pengujian dalam kondisi tangki diam (A) dan pengujian dalam kondisi tangki mendapat guncangan (B). Sehingga dari pengujian ini didapatkan nilai total kesalahan alat (error) pada kondisi tangki diam (A) sebesar 0,426 % dan pada kondisi tangki mendapatkan guncangan (B) sebesar 0,420 %. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, alat dikatakan mampu bekerja secara baik antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik HY-SRF05 dan kedalaman sesungguhnya dengan tingkat akurasi sistem 99,57 %

Kata kunci: Monitoring, Akurasi, ESP32

1. LATAR BELAKANG

Bahan bakar adalah bahan yang digunakan dalam proses pembakaran sehari-hari. Bahan bakar juga sudah menjadi kebutuhan penting bagi kehidupan manusia, salah satunya sebagai sumber energi transportasi kendaraan bermesin.

Syarat utama dari proses pembakaran adalah tersedianya bahan bakar yang bercampur dengan baik dengan udara serta tercapainya suhu pembakaran (Fuhaid 2011). Kapal juga memerlukan bahan bakar untuk pengoperasiannya. Bahan bakar yang diperlukan kapal adalah bahan bakar solar MDO dan HFO. Di atas kapal, bahan bakar ini sendiri disimpan dalam

beberapa tangki penyimpanan. Dikarenakan bahan bakar ini sendiri merupakan hal yang utama untuk menunjang pengoperasian kapal, maka kru kapal selalu melakukan pengecekan rutin pada tangki penyimpanan untuk mengetahui volume atau isi dari bahan bakar itu sendiri. Namun, beberapa kapal masih menggunakan sistem manual dalam pengecekan isi bahan bakar itu sendiri. Salah satunya adalah di kapal MV. NATASCHA, dimana kapal ini monitoring isi tangki penyimpanan bahan bakarnya masih menggunakan sistem manual seperti gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1. *Float Gauge*
Sumber : Dokumen Pribadi

Beberapa tangki penyimpanan bahan bakar ini masih menggunakan *float gauge level* seperti gambar di atas. Sehingga pengecekan itu sendiri kurang efektif. Beberapa peneliti sudah melakukan pembuatan suatu alat untuk menanggulangi hal ini, salah satu contoh adalah “Rancang Bangun Soundingmeter Fuel Oil Kapal Penangkap Ikan Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328” yang dikutip dari jurnal cakrawala ilmiah (2022) yang dimana alat ini hanya melakukan pengukuran volume bahan bakar menggunakan sensor ultrasonik saja dengan menggunakan modul ATMEGA 328 yang nantinya hasil ditampilkan melalui LCD. Sehingga pemantauannya sendiri masih kurang efektif. Untuk menanggulangi hal tersebut, peneliti saat ini melakukan pengembangan yaitu membuat sebuah alat pendeteksi bahan bakar dalam tangki secara otomatis. Sehingga berdasarkan uraian di atas peneliti ini menulis **“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING VOLUME BAHAN BAKAR MINYAK DI ATAS KAPAL BERBASIS ESP32”** alat ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, Sensor Ultrasonik HY-SRF05, Android dan *Breadboard*. Alat ini akan berfungsi untuk memantau volume bahan bakar yang ada di dalam tangki. Cara kerja alat ini pada intinya adalah volume bahan dapat dimonitoring melalui android tanpa harus mengecek langsung ke tangki

sehingga memberikan kemudahan dalam pemantauannya sendiri dan juga akan memberikan dampak positif pada kru di atas kapal.

2. KAJIAN TEORITIS

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah Integrated Circuit (IC) yang dapat di program berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Mikrokontroler merupakan suatu teknologi yang berkembang secara pesat dengan berbagai macam tipe serta fungsi yang berbeda (Sokop et al. 2016). Biasanya, mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU), memori (RAM dan ROM) serta perangkat input dan output yang dapat di program. Ada beberapa macam jenis mikrokontroler, salah satunya adalah mikrokontroler ESP32. Berikut mikrokontroler ESP32 pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. ESP32

Sumber: www.mikrokontroler-esp32.com

Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik serta sebaliknya. Prinsip kerjanya didasarkan pada pantulan suatu gelombang suara untuk menentukan keberadaan dan jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu (Taha, Iswahyudi, and Lestari 2019).



Gambar 3. Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Sumber: <https://www.google.com/sensor-ultrasonik-srf05>

Kabel Jumpers

Kabel listrik adalah sarana untuk mengalirkan arus listrik ataupun informasi. Bahan yang digunakan juga bervariasi, tetapi untuk penghantar arus listrik biasanya terbuat dari tembaga dan dilapisi dengan bahan pelindung.



Gambar 4. kabel jumper

Sumber: www.kabel-jumper-arduino.com

Kabel USB

Kabel USB ini digunakan sebagai pengirim data dari laptop atau PC ke mikrokontroler (Sokop et al. 2016). Arduino juga menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX).



Gambar 5. Kabel USB ESP32

Sumber; www.kabel-usb-esp32.com

Android

Android adalah sistem operasi berbasis linux yang digunakan pada perangkat mobile (Raihan Cahya Adi Putra et al. 2023). Selain sebagai alat telekomunikasi elektronik yang dapat dibawa kemana-mana dan memiliki kemampuan untuk mengirimkan pesan berupa suara, kini android menjadi bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia.



Gambar 6. Android
Sumber: www.android.com

Adaptor Power Supply

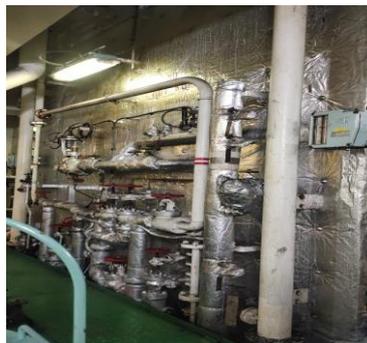
Adaptor adalah komponen listrik yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik arus bolak – balik dengan nilai yang tinggi menjadi tegangan listrik arus searah dengan nilai yang rendah (Joni-et.al.2022).



Gambar 7 Adaptor 5 V
Sumber : www.adaptosp32.com

Tangki

Tangki merupakan suatu tempat penyimpanan atau *storage tank* suatu proses industri kimia, selain sebagai tempat penyimpanan, tangki juga dapat menjaga produk dari kontaminan (Raihan Cahya Adi Putra et al. 2023)



Gambar 8 Tangki
Sumber: Dokumen Pribadi

Bahan bakar solar

Solar merupakan bahan bakar yang digunakan pada mesin diesel putaran tinggi di atas 1000 rpm (Raihan Cahya Adi Putra et al. 2023). Bahan bakar solar ini merupakan hasil olahan dari minyak bumi yang dipanaskan pada suhu sekitar 250°C-340°C yang mempunyai titik didih 105°C-135°C.



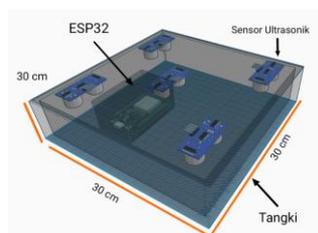
Gambar 9 Bahan bakar solar
Sumber: www.bahanbakarsolar.com

3. METODE PENELITIAN

Perancangan Alat

1. Desain Alat

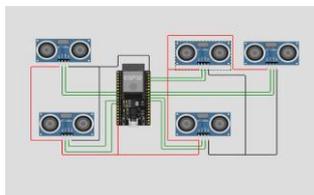
Sistem yang dirancang berupa *miniature* dari sistem yang ada pada kapal. Pada ilustrasi gambar dibawah terdapat 1 buah tangki bahan bakar, dimana tangki tersebut berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm. Pada bagian sisi atas tangki terdapat sensor ultrasonik HY-SRF05 yang tersebar pada 5 titik. Selanjutnya pada sisi atas tangki terdapat juga mikrokontroler ESP32 yang sudah terhubung dengan kelima sensor ultrasonik. Gambar rancangan 3D dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Desain Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

2. Skema Wiring Perancangan Alat

Skema *wiring* perancangan alat “Rancang Bangun Sistem Monitoring Bahan Bakar Minyak di Atas Kapal Berbasis ESP32” dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. Skema Wiring Perancangan Alat

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Selain skema wiring yang dapat dilihat pada gambar di atas, terdapat juga *pin mapping* dari perancangan alat “Rancang Bangun Sistem Monitoring Bahan Bakar Minyak di Atas Kapal Berbasis ESP32”. Berikut tabel *pin mapping* bisa dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 1. Pin Mapping Perancangan Alat

Sumber: Dokumen Pribadi

ESP32	Sensor Ultrasonik 1	Sensor Ultrasonik 2	Sensor Ultrasonik 3	Sensor Ultrasonik 4	Sensor Ultrasonik 5
5V	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND	GND	GND
GPIO 2			ECHO		
GPIO 3	ECHO				
GPIO 4			TRIG		
GPIO 5	TRIG				
GPIO 6		ECHO			
GPIO 8		TRIG			
GPIO 16					TRIG
GPIO 17					ECHO
GPIO 18				TRIG	
GPIO 21				ECHO	

Rencana Pengujian

Rencana pengujian merupakan konsep pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan permasalahan yang terjadi pada alat.

1. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan secara langsung oleh penulis dengan menguji kinerja sistem monitoring volume bahan bakar dengan menguji keefektifan kinerja sensor-sensor serta mengamati kinerja sistem monitoring volume bahan bakar itu sendiri. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan media solar di dalam tangki berbentuk kubus yang berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm. Sampel solar yang digunakan disesuaikan dengan kemungkinan yang

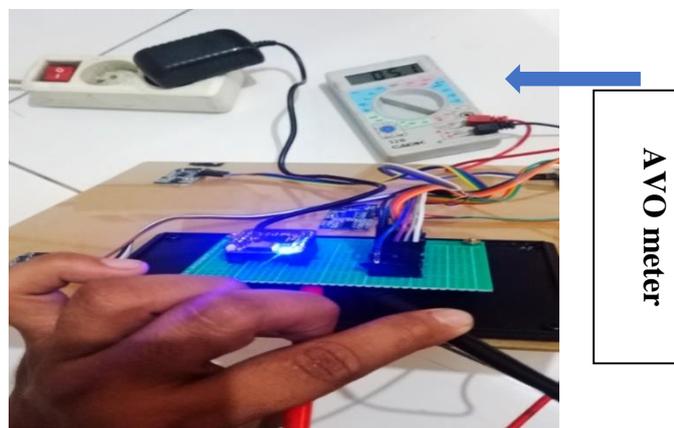
terdapat di atas kapal sesuai dengan pengalaman penulis selama melaksanakan praktik laut. Pengujian alat ini dilakukan dengan rincian sebagai berikut :

- a. Dalam kondisi kapasitas tangki 25 % dilakukan pengujian sebanyak 10 kali, dimana 5 kali dalam kondisi tangki diam dan 5 kali dalam kondisi tangki mendapatkan guncangan. Pengujian ini dilakukan dengan cara setiap pengujiannya diberikan jeda. Artinya di setiap pengujian, alat akan dimatikan terlebih dahulu lalu dihidupkan kembali untuk melakukan pengujian berikutnya.
- b. Dalam kondisi kapasitas tangki 50 % dilakukan pengujian sebanyak 10 kali, dimana 5 kali dalam kondisi tangki diam dan 5 kali dalam kondisi tangki mendapatkan guncangan. Pengujian ini dilakukan dengan cara setiap pengujiannya diberikan jeda. Artinya di setiap pengujian, alat akan dimatikan terlebih dahulu lalu dihidupkan kembali untuk melakukan pengujian berikutnya.
- c. Dalam kondisi kapasitas tangki 75 % dilakukan pengujian sebanyak 10 kali, dimana 5 kali dalam kondisi tangki diam dan 5 kali dalam kondisi tangki mendapatkan guncangan. Pengujian ini dilakukan dengan cara setiap pengujiannya diberikan jeda. Artinya di setiap pengujian, alat akan dimatikan terlebih dahulu lalu dihidupkan kembali untuk melakukan pengujian berikutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Adaptor Power Supply

Pengujian adaptor ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa rangkaian elektrik pada *ESP32* dapat memperoleh sumber daya yang cukup untuk bekerja dengan baik. Adaptor yang digunakan merupakan adaptor 5 V. Pengujian dilakukan dengan mengukur output adaptor menggunakan AVO. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar 12 dibawah ini.



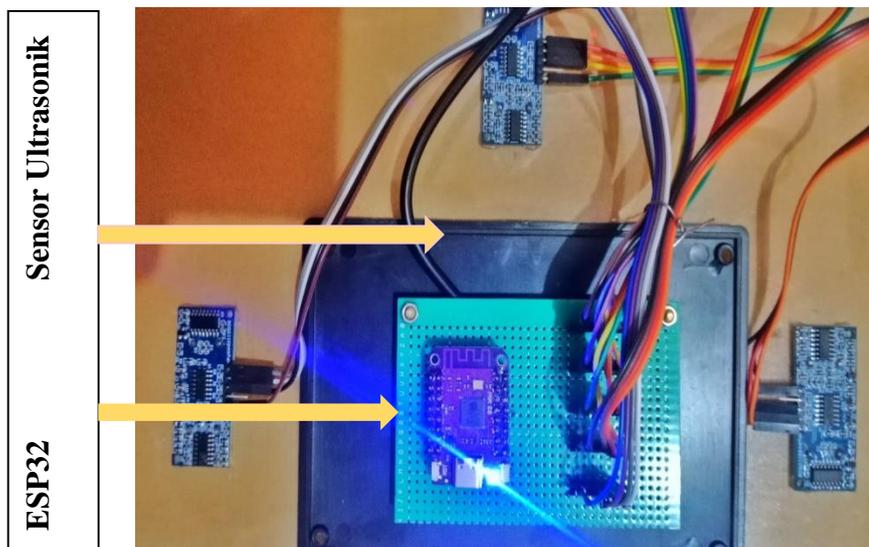
Gambar 12. Pengujian adaptor power supply

Sumber: Dokumen pribadi

Hasil pengujian yang ditampilkan pada gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa adaptor *power supply* ini memiliki output daya sebesar 5,1VDC. Hal ini menunjukkan bahwa adaptor *power supply* bekerja dengan baik.

Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa ESP32 dapat bekerja secara normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menghidupkan ESP32 melalui adaptor *power supply*. Ketika ESP32 di aliri daya, maka indikator lampu pada ESP32 akan menyala berwarna biru. Gambar 13 dibawah adalah gambar pengujian mikrokontroler ESP32.



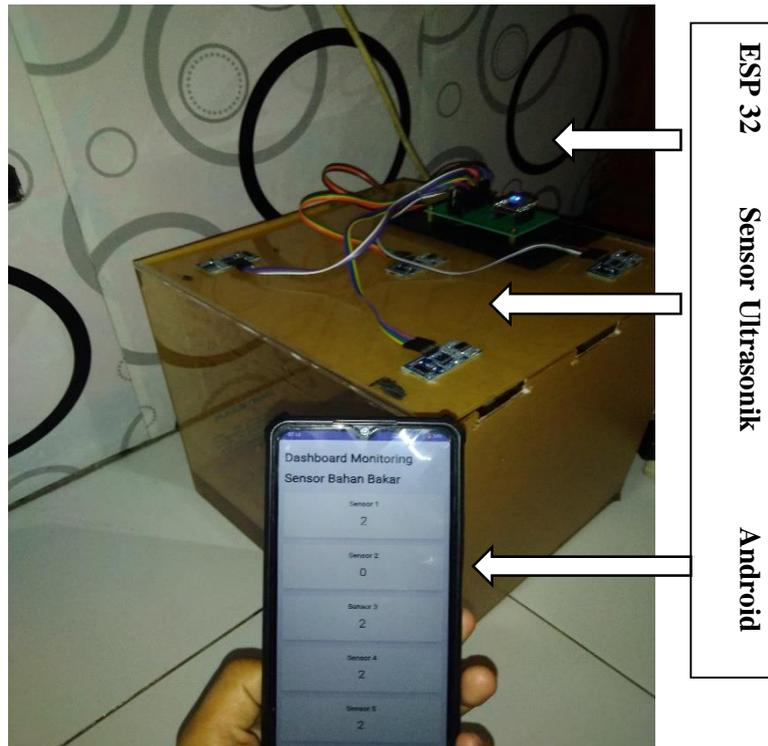
Gambar 13 Pengujian ESP32

Sumber: Dokumen pribadi

Berdasarkan pengujian pada gambar 13 di atas menunjukkan bahwa lampu indikator pada ESP32 menyala berwarna biru yang artinya mikrokontroler ESP32 berjalan secara normal.

Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui serta memastikan bahwa sensor ultrasonik bekerja dengan baik. Sensor ultrasonik ini berfungsi untuk mengukur jarak ketinggian dengan menggunakan pantulan gelombang ultrasonik. Pengujian terhadap sensor ultrasonik dilakukan pengukuran dalam kondisi ditempelkan pada tangki bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan menuangkan cairan bahan bakar solar kedalam tangki untuk memastikan bahwa sensor dapat bekerja sebagaimana mestinya. Pengujian sensor ultrasonik pada bahan bakar di dalam tangki dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini.



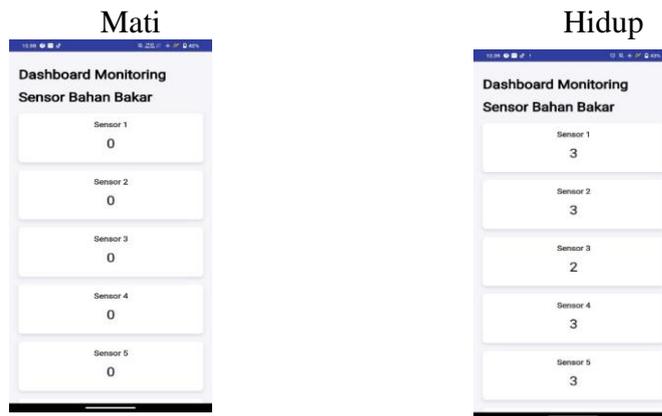
Gambar 14. Pengujian sensor ultrasonik

Sumber: Dokumen pribadi

Pada gambar 14 diatas, sensor ultrasonik menunjukkan angka pada masing – masing sensor yang artinya sensor ultrasonik dapat membaca jarak atau ketinggian dari suatu cairan bahan bakar yang berada di dalam tangki. Dari pengujian ini dapat dikatakan bahwa sensor ultrasonik bekerja secara normal sesuai fungsinya.

Pengujian Aplikasi *Mobile*

Pengujian ini dilakukan untuk memantau jarak ketinggian bahan bakar pada tangki dan kecocokan dengan aplikasi. Dengan melakukan pengujian ini diharapkan dapat mengetahui apakah fitur – fitur yang diimplementasikan berfungsi dengan baik, apakah aplikasi responsif atau tidak, serta untuk mengetahui apakah ada masalah atau bug yang perlu diperbaiki. Data yang ditampilkan pada aplikasi berupa angka dalam satuan (cm).



Gambar 15 Pengujian aplikasi *mobile*
Sumber: Dokumen Pribadi

Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan baik secara menyeluruh. Semua komponen pada alat yang telah di rakit serta di program kemudian dicoba fungsinya secara keseluruhan. Pada pengujian ini sensor ultrasonik akan membaca volume bahan bakar di dalam tangki dan mikrokontroler ESP32 akan memproses data dan menampilkan hasil pembacaan sensor pada android yang telah di disiapkan.

Pengujian dilakukan dengan volume isi tangki yang berbeda dan menggunakan tangki yang telah dibuat oleh penulis sebagai penggambaran bentuk tangki bahan bakar di atas kapal yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya. Untuk mengetahui volume tangki bahan bakar tersebut maka diperlukan rumus volume balok yang dapat dirumuskan seperti berikut :

Volume Balok

$$V = p \times l \times t$$

Dimana → p = Panjang balok

l = Lebar balok

t = Tinggi balok

Analisis Data

Pengujian Ketepatan Pengukuran Alat

Pengujian dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu dengan menggunakan pembacaan secara manual menggunakan alat ukur dan menggunakan sensor ultrasonik. Sensor untuk menguji alat ini adalah sensor ultrasonik yang bekerja dengan cara membaca jarak sensor dengan permukaan bahan bakar di dalam tangki dan kemudian ditampilkan di android secara *online*.

Berdasarkan hasil monitoring ketinggian bahan bakar di dalam tangki, diperoleh data hasil pengukuran yang dilakukan dengan 3 (tiga) kapasitas bahan bakar yang berbeda yaitu pada kapasitas tangki 25%, 50%, dan 75 % dari kapasitas penuh tangki serta dengan 2 (dua) metode pengujian yaitu pengujian dalam keadaan tangki diam (A) dan mendapat sedikit guncangan (B).

Pada pengujian alat dengan kapasitas tangki 25% di dapatkan nilai kesalahan alat dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kesalahan alat A1 (\%)} = \left| \frac{7,48-7,5}{7,5} \right| \times 100 = 0,266 \%$$

$$\text{Kesalahan alat B1 (\%)} = \left| \frac{7,566-7,5}{7,5} \right| \times 100 = 0,746 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas maka didapatkan hasil kesalahan alat selama masing – masing 5 kali pengujian dengan kapasitas bahan bakar 25%. Dalam kondisi tangki diam (A1) didapatkan nilai kesalahan alat sebesar 0,266 % dan pada kondisi tangki mendapat guncangan (B1) di dapatkan nilai kesalahan sebesar 0,746 %.

Pada pengujian alat dengan kapasitas tangki 50% di dapatkan nilai kesalahan alat dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kesalahan alat A2 (\%)} = \left| \frac{14,98-15}{15} \right| \times 100 = 0,133 \%$$

$$\text{Kesalahan alat B2 (\%)} = \left| \frac{15,048-15}{15} \right| \times 100 = 0,32 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas maka didapatkan hasil kesalahan alat selama masing – masing 5 kali pengujian dengan kapasitas bahan bakar 50%. Dalam kondisi tangki diam (A2) di dapatkan nilai kesalahan alat sebesar 0,133 % dan pada kondisi tangki mendapat guncangan (B2) di dapatkan nilai kesalahan sebesar 0,32 %.

Pada pengujian alat dengan kapasitas tangki 75% di dapatkan nilai kesalahan alat dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kesalahan alat A3 (\%)} = \left| \frac{22,48-22,5}{22,5} \right| \times 100 = 0,088 \%$$

$$\text{Kesalahan alat B3 (\%)} = \left| \frac{22,544-22,5}{22,5} \right| \times 100 = 0,195 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas maka di dapatkan hasil kesalahan alat selama masing – masing 5 kali pengujian dengan kapasitas bahan bakar 75%. Dalam kondisi tangki diam (A3) di dapatkan nilai kesalahan alat sebesar 0,088 % dan pada kondisi tangki mendapat guncangan (B3) di dapatkan nilai kesalahan sebesar 0,195 %.

Pada ketiga pengujian yang sudah dilakukan, kesalahan alat sangatlah kecil. Untuk mencari presentase nilai kesalahan alat keseluruhan dari ketiga pengujian maka menggunakan rumus :

$$\text{Rata-rata kesalahan alat A (\%)} = \frac{A1+A2+A3}{3} = \frac{0,266+0,133+0,088}{3} = 0,426 \%$$

$$\text{Rata-rata kesalahan alat B (\%)} = \frac{B1+B2+B3}{3} = \frac{0,746+0,320+0,195}{3} = 0,420 \%$$

Presentase total kesalahan alat instrumentasi yang di dapatkan pada kondisi tangki diam (A) sebesar 0,426 % dan pada kondisi tangki mendapatkan guncangan (B) sebesar 0,420 %. Selanjutnya untuk mencari presentase akurasi keseluruhan dari ketiga pengujian maka menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata total akurasi alat (\%)} &= 100 \% - \frac{\text{Kesalahan alat A} + \text{Kesalahan alat B}}{2} \\ &= 100 \% - \frac{0,426+0,420}{2} (\%) \\ &= 100 \% - 0,423 \% \\ &= 99,57 \% \end{aligned}$$

Presentase total akurasi alat yang didapatkan sebesar 99,57 % dimana presentase total akurasi alat yang didapatkan ini merupakan hasil dari data *realtime* pembacaan sensor pada bahan bakar di dalam tangki.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan mengenai uji coba “Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Bahan Bakar Minyak di Atas Kapal Berbasis *ESP32*” diatas, maka bisa ditarik kesimpulan bahwasannya

1. Dalam rancang bangun sistem monitoring volume bahan bakar minyak di atas kapal berbasis *ESP32*, sensor ultrasonik dapat memonitoring ketinggian bahan bakar dengan jarak 30 cm dengan kedalaman dasar. Kemudian hasil pembacaan oleh sensor yang berupa data ketinggian bahan bakar (cm) diolah oleh *ESP32* dan selanjutnya data ketinggian bahan bakar (cm) akan ditampilkan melalui android yang telah terhubung secara *online* melalui koneksi internet dalam bentuk volume bahan bakar (L).
2. Rancang bangun alat monitoring volume bahan bakar minyak di atas kapal berbasis *ESP32* berhasil melakukan pengujian selama 10 kali pengujian dengan 3 (tiga) kapasitas tangki yang berbeda serta dengan 2 (dua) metode pengujian yaitu pengujian dalam kondisi tangki diam (A) dan pengujian dalam kondisi tangki mendapatkan guncangan (B). Sehingga didapatkan nilai total kesalahan alat (*error*) pada kondisi tangki diam (A) sebesar 0,426 %

dan pada kondisi tangki mendapatkan guncangan (B) sebesar 0,420 %. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, alat dikatakan mampu bekerja secara baik antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik HY-SRF05 dan kedalaman sesungguhnya dengan tingkat akurasi sistem 99,57 % .

Saran

Rancang bangun sistem monitoring volume bahan bakar minyak di atas kapal berbasis ESP32 berjalan dengan baik, hanya saja perlu pengoptimalan kembali dalam prinsip kerjanya. Sehingga perlu dilakukannya pengembangan bagi peneliti selanjutnya agar alat bisa bekerja lebih optimal lagi. Pengembangan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pada pengembangan selanjutnya agar alat dapat dibuat lebih baik lagi untuk menghasilkan hasil yang maksimal
2. Memakai sensor pengukur ketinggian bahan bakar dengan versi yang lebih baik daripada sensor ultrasonik HY-SRF05 untuk mendapatkan ketepatan hasil pengukuran yang lebih stabil.
3. *Box* (wadah) pada alat agar dibuat lebih *safety*.

DAFTAR REFERENSI

- Fuhaid, N. (2011). Pengaruh medan magnet terhadap konsumsi bahan bakar dan kinerja motor bakar bensin jenis Daihatsu Hijet 1000. *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, 3(2), 26–31. <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/proton/article/view/213>. Diakses pada 14 Desember 2023.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>. Diakses pada 15 Desember 2023.
- Joni, et al. (2022). Membangun perangkat bilik masker otomatis untuk pencegahan Covid-19. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 5(1), 1–8. Diakses pada 11 Desember 2023.
- Nur, Y., Fathulrohman, I., & Saepuloh, A. (2018). Jurnal manajemen dan teknik informatika alat monitoring suhu dan kelembaban menggunakan Arduino Uno. *Jumantaka*, 2(1), 1. <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/article/view/361>. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Putra, R. C. A., et al. (2023). Pengembangan game edukasi berbasis Android sebagai media pembelajaran untuk anak usia dini. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi*, 6(1), 62–71. <https://doi.org/10.55606/isaintek.v6i1.92>. Diakses pada 23 Desember 2023.

- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. U. A. (2016). Trainer perifer al antarmuka berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13–23. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/11999>. Diakses pada 2 Januari 2024.
- Taha, A. T., Iswahyudi, P., & Lestari, S. (2019). Prototipe kontrol dan monitoring daily tank dan pemakaian bahan bakar genset berbasis data base. *Prosiding SNITP*, 1–9. Diakses pada 4 Januari 2024.
- Tantowi, D., & Yusuf, K. (2020). Simulasi sistem keamanan kendaraan roda dua dengan smartphone dan GPS menggunakan Arduino. *Jurnal ALGOR*, 1(2), 9–15. <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/article/view/302/209>. Diakses pada 5 Januari 2024.